

**MAPA WARUNKÓW
GRUNTOWO-WODNYCH
dla terenu Miasta Strzelce Opolskie**

Nr zlecenia: Z - 1866

**Zlecniodawca: Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z oo.
47-100 Strzelce Opolskie ul. Mickiewicza 10**

Opracowali :

mgr Barbara Szydelko

upr. geol. 070720

V-1242

mgr Sebastian Szydelko

Egz. Nr

Opole, październik 2003 r.

SPIS TREŚCI

Wstęp

1. Położenie, morfologia i charakterystyka ogólna terenu

2. Budowa geologiczna i warunki geotechniczne

3. Warunki wodne

3.1 wody podziemne

3.2. wody gruntowe

4. Wnioski

Materiały źródłowe

**Tabela nr 1. Zestawienie wykorzystanych dokumentacji archiwalnych oraz profili
otworów zamieszczonych na mapie warunków gruntowo-wodnych**

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH

1. Mapa orientacyjna w skali 1 : 50 000

2. Mapa geologiczna – Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000 arkusz Strzelce Opolskie

3. Mapa warunków gruntowo-wodnych na głębokości 2,0 m ppt w skali 1 : 5000

4. Przekroje geologiczne

5. Objaśnienia symboli i znaków

Wstęp

Opracowanie niniejsze sporządzono na zlecenie Strzeleckich Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. 47-100 Strzelce Opolskie ul. Mickiewicza 10.

Ma ono na celu przedstawienie warunków gruntowo-wodnych górnych partii podłoża na terenie miasta Strzelce Opolskie pod kątem planowania i realizacji inwestycji związanych z gospodarką wodno-ściekową.

Opracowanie mapy i przekrojów zostało oparte głównie na wynikach archiwalnych wierceń i wykopów wykonywanych w latach 1962 – 2003 przez „Geoprojekt” Wrocław, „Geoprojekt” Warszawa, „Geoprojekt” Opole oraz Zakład Usług Geologicznych „Grunt” Opole. Prze-analizowano ok. 65 opracowań, z których wykorzystano 148 profili otworów geologicznych oznaczonych na mapie. Materiały archiwalne uzupełniono bieżącym przeglądem terenowym i pomiarami zwierciadła wody w pozostałych nielicznych studniach przydomowych w południowej części miasta.

Prace kartograficzne wykonywane były na podkładzie z mapy topograficznej w skali 1:10000, którą powiększono do skali 1:5000. Dla przekrojów geologicznych zastosowano skalę pionową przewyższoną 1:100, która umożliwia przy stosunkowo płytkim rozpoznaniu wydzielenie warstw występujących w przypowierzchniowych partiach podłoża dla celów, jakim służyć ma opracowanie. Istotnym mankamentem jest brak materiałów z północnej części miasta, która stanowi jednak tereny zalesione o małym potencjalnym wykorzystaniu do inwestowania. Dla terenów tych interpretację warunków gruntowo-wodnych przeprowadzono w oparciu o dane z Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000.

1. Położenie, morfologia i charakterystyka ogólna terenu

Miasto Strzelce Opolskie położone jest w północno-zachodnim skraju Wyżyny Śląskiej i obejmuje obszar między $18^{\circ}16'56''$ - $18^{\circ}20'54''$ długości geograficznej wschodniej i $50^{\circ}33'34''$ - $50^{\circ}33'55''$ szerokości geograficznej północnej.

Ukształtowanie powierzchni wykazuje zróżnicowanie w części południowej i północnej. Część południowa miasta o elementach rzeźby wyżynnej obejmuje północne zbocza pasma wzniesień zwanych Strzeleckimi Działami. Rzędne powierzchni wynoszą tu 240 – 250 m npm.

W kierunku północnym teren łagodnie opada do rzędnych ok. 215- 217 m npm. W części północno-w morfologii zaznaczają się pasma wydm powstałych w prawobrzeżnej krawędziowej części doliny rzeki Jemielnica, przepływającej przez miejscowość Gąsiorowice,

w odległości ok. 1,5 km od północno-wschodniej granicy miasta. W części środkowej występują lokalne obniżenia związane z dwiema dolinkami cieków bez nazwy. Pierwsza z nich przebiega z SW na NE przechodząc przez tereny parku miejskiego. Druga dolina znajduje się przy wschodniej granicy miasta zaczynając się od dzielnicy Mokre Łany i kontynuującej się w kierunku północno-wschodnim do linii kolejowej. Z tym obniżeniem związane jest występowanie szeregu stawów i podmokłości. Poza opisanymi ciekami teren charakteryzuje się skąpą siecią hydrograficzną, spowodowana płytko występującymi spękanymi skałami węglanowymi.

Centralną część omawianego obszaru posiada zwartą zabudowę miejską, w części południowej przy drogach wylotowych z miasta skupiona jest zabudowa jednorodzinna dzielnic Suche Łany i Mokre Łany, natomiast na zachodzie powstało nowe osiedle mieszkaniowe. Północno-zachodnią część obszaru zajmują tereny przemysłowe cementowni „Strzelce Opolskie”. Przy granicy północno wschodniej znajdują się osadniki miejskiej oczyszczalni ścieków. Obszar między cementownią, a oczyszczalnią jest w większości zalesiony.

Antropogeniczne formy morfologiczne w obrębie miasta stanowią wyrobiska wapienia dla Cementowni i zakładów wapienniczych, zlokalizowane po północnej stronie magistrali kolejowej Wrocław-Gliwice oraz nasypy kolejowe i drogowe.

2. Budowa geologiczna i warunki geotechniczne

Rejon badań leży w obrębie jednostki geologicznej zwanej Monokliną Przedsudecką, zbudowanej z osadów **karbonu dolnego, permu, triasu i kredy**, zapadających w kierunku północno-zachodnim, okrytych osadami **trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi**.

Osady **karbonu dolnego** budujące najstarsze fragmenty monokliny wykształcone w facji kulmu jako szarogłazy i łupki ilaste, odsłaniają się na powierzchni na południe od Góry Św. Anny, natomiast w kierunku północnym zapadają się pod młodsze osady triasowe.

Osady **perm** piętra *czzerwony spągowiec* - łożupki z układami tufów, a w stropie - zlepińce i piaskowce rozpoznane w Opolu poniżej głębokości 542,0 - 680 m ppt. - w części wschodniej monokliny zanikają całkowicie.

Osady **triasu** reprezentowane są przez wszystkie piętra litostratygraficzne tego okresu tj. *pstry piaskowiec, wapień muszlowy i kajper*. W Strzelcach Opolskich występują osady dolnego i środkowego triasu, kajper napotyka się dopiero kilka kilometrów na północ.

Trias dolny - pstry piaskowiec (dolny i środkowy) wykształcony jest w postaci piasków drobnoziarnistych, arkozowych z wkładkami zlepińców. W spągu dominują zlepińce i piaskowce gruboziarniste, w stropie piaskowce wapniste z oolitami i wkładkami margli.

Pstry piaskowiec górny - ret, budują dolomity z wkładkami anhydrytów oraz wapienie i margle.

Osady **triasu środkowego - wapienia muszlowego**, zalegają zgodnie na utworach triasu dolnego, zapadając w kierunku północnym. Wychodnie ich znajdują się w południowej części obszaru między Tarnowem Opolskim a Pyskowicami. Wapień muszlowy dzieli się na środkowy dolny i górny.

W obrębie *wapienia muszlowego dolnego* wydzielono:

- *warstwy gogolińskie* (dolne i górne) o miąższości do 60,0 m, zbudowane z wapieni płytowych z wkładkami margli barwy szarej, margli ilastych, a w stropie wapieni gruboławicowych krystalicznych z przewarstwieniem margli oraz wapieni falistych. Wychodnie *warstw gogolińskich* ciągną się pasem o szerokości ok. 5,0 km od Gogolina w kierunku Strzelca Opolskiego.
- *warstwy górażdzańskie (gorazdeckie)* o miąższości 10,0-22,0 m wykształcone jako wapienie gruboławicowe oolityczne, porowate. Wśród ławic grubych pojawiają się warstwy wapienia falistego lub margli. Granica zasięgu wychodni *warstw górażdzańskich* przebiega od miejscowości Górażdże w kierunku Strzelca Opolskiego.
- *warstwy terebratulowe* litologicznie przypominające warstwy gogolińskie tj. wykształcone jako margle drobnopłytowe z wkładkami wapieni i ilów. Ławice wapieni posiadają teksturę falistą z guzłowatymi powierzchniami uławiczenia jak wapienie zlepieńcowate. Miąższość *warstw terebratulowych* wynosi ok. 14,0 m.
- *warstwy karchowickie* o miąższości do 20,0 m zbudowane z grubo- i średnio-ławicowych silnie porowatych i kawernistych wapieni..

Wapień muszlowy środkowy posiada miąższość 20 -30 m w rejonie wychodni i ok. 60,0 m w części północnej. Należą do niego warstwy *diploporowe* i *imielnickie* wykształcone jako porowate i kawernowate dolomity i wapienie dolomityczne z wkładkami margli, anhydrytów i gipsów.

Wapień muszlowy górny budują warstwy *boruszowickie, wilkowickie i tarnowickie*. Litologicznie są to: wapienie dolomityczne cienkopłytowe przewarstwione marglami (warstwy *tarnowickie*) wapienie grubokrystaliczne z wkładkami dolomitów piaszczystych, margli i wapieni zlepieńcowych (warstwy *wilkowickie*) oraz margle przeławiczone dolomitami (warstwy *boruszowickie*). Wychodnie tych osadów ciągną się pasem o szerokości 2-5 km między Izbickiem a Krupskim Młynem.

Górny trias - kajper - to iłołupki z przewarstwieniami piaskowców i dolomity z wkładkami iłołupków i przerostami gipsu. Osady kajpru w rejonie Strzelce Opolskich nie występują. Pojawiają się one dalej w kierunku północnym.

Na terenie Strzelce Opolskich brak jest również osadów **trzeciorzędowych** a utwory **czwartorzędowe** w stanowią zwykle cienką pokrywę podłoża skalistego. Wśród nich największą powierzchnię zajmują *plejstoceńskie* piaski pochodzenia wodnolodowcowego oraz płyty glin morenowych. W lokalnych zagłębieniach bezodpływowych i dolinach cieków osadziły się namuły i piaski *holoceńskie*.

Dane z wierceń archiwalnych wykazują, że podłoże terenu miasta Strzelce Opolskie budują węglanowe utwory triasu środkowego (wapień muszlowy) wykształcone jako wapienie, wapienie margliste, dolomityczne i dolomity. W obrębie miasta występują wszystkie ogniwa litostratygraficzne wapienia muszlowego ułożone równoleżnikowo, od *warstw gogolińskich* na południu do *warstw boruszowickich* na krańcach północnych za Cementownią. Warstwy zalegają płasko, monoklinalnie z niewielkim do 5° zapadem na północny-zachód. Strop utworów triasowych występuje się płytko pod powierzchnią terenu na głębokościach od 0,5 m ppt. w części południowej, zachodniej i centralnej, zapadając na północnym wschodzie i wschodzie pod utwory młodsze. Miejscami na obszarze wychodni w powierzchni stropowej wapieni występują wymycia wypełnione utworami młodszymi. Prawie wszędzie skałę litą poprzedzają utwory zwietrzelinowe, o charakterze gliniastym przechodzące w zwietrzeliny gruzowe a głębiej w skałę. Miąższość warstwy zwietrzałej wynosi od 0,3 do ponad 1,5 m w zależności od rodzaju skały macierzystej.

Utwory wapienne przykrywa warstwa utworów czwartorzędowych wykształconych jako gliny piaszczyste, pylaste zwięzłe, pyły, piaski gliniaste o miąższości 0,3 do ponad 6,0 m we wschodniej części miasta. W części północnej terenu na powierzchni występują również płyty glin zlodowacenia środkowo-polskiego. Nad glinami zalega cienka warstwa piasków przeważnie średnich osiągająca większą miąższość w dolinkach cieków przecinających południkowo miasto w części centralnej i wschodniej. Miąższość czwartorzędowych piasków wzrasta również w kierunku północno-wschodnim osiągając w tym rejonie ponad 8-10 m. W części tej, stanowiącej krawędź prawobrzeżnej doliny rzeki Jemielnica powstały wały wydmy układających się równolegle do przebiegu doliny rzeki.

W osiach dolinek na terenie miasta, szczególnie w rejonie parku miejskiego powstały holoceńskie mady organiczne i torfy.

Tereny zabudowane, szczególnie w centrum miasta przykryte są warstwą nasypów związanych z zabudową i sieciami podziemnymi.

3. Warunki wodne

3.1. wody podziemne

Według Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 200 000 rejon badań należy do XV - Bytomsko-Olkuskiego Regionu Hydrogeologicznego.

Główny poziom użytkowy tego regionu związany jest z osadami dolnego i środkowego wapienia muszlowego, charakteryzujących się naprzemianległym ułożeniem warstw przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych.

Podłożem zbiornika wodonośnego w osadach wapienia muszlowego są słabiej przepuszczalne warstwy *gogolińskie*, oddzielające osady środkowego triasu od osadów retu. W strefach przypowierzchniowych i zwietrzałych na wychodniach posiadają jednak zdolności prowadzenia wody.

Współczynnik filtracji dla warstw gogolińskich wynosi $k = 8,07 \times 10^{-5}$ m/sek, współczynnik porowatości szczelinowej: 3,38%.

W obrębie przepuszczalnych warstw wapienia muszlowego występują trzy „poziomy” wodonośne:

- **najniższy** w warstwach *góraždzańskich*, charakteryzujących się największą przepuszczalnością - współczynnik filtracji $k = 1,7 \times 10^{-4} - 4,8 \times 10^{-3}$ m/sek, średnio $k = 4,04 \times 10^{-4}$ m/sek.,
- **środkowy** w warstwach *karchowickich i diploporowych*, podścielonych najslabszymi pod względem filtracji warstwami *terebratulowymi*,
- **najwyższy** w warstwach *rybniańskich i boruszowickich* oddzielonych słabo przepuszczalnymi warstwami *tarnowickimi*.

Poniżej poziomu wapienia muszlowego, pod warstwami gogolińskimi występuje poziom wodonośny **retu**.

Głębiej, w obrębie osadów klastycznych **pstrego piaskowca i czerwonego spągowca** wydzielono zbiornik szczelinowo-porowy 335 - Krapkowice-Strzelce Opolskie (według Mapy Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych Wymagających Szczególnej Ochrony - pod red. A.S. Kleczkowskiego 1990r.)

Na w/w mapie poziomy wodonośne wapienia muszlowego tworzą Główny Zbiornik Wód Podziemnych 333 – Opole - Zawadzkie. Są to wody szczelinowo-krasowe o szacunkowych zasobach dyspozycyjnych $200\,000\text{m}^3/\text{dobę}$ i wydajnościach rzędu stu do kilkuset m^3/h . Z uwagi

na szczególne znaczenie w gospodarce wodnej regionu podatność na zanieczyszczenia oraz zagrożenie jakości i zasobów wody wskutek intensywnego poboru ujęciami i odwodnieniem odkrywek wapienia zbiornik GZWP-333 zaliczony został do obszarów wysokiej (OWO) i najwyższej (ONO) ochrony.

Zwierciadło wody wapienia muszlowego ma charakter swobodny w części południowej zbiornika, na obszarze wychodni skał. W części północnej okrytej nieprzepuszczalnymi ilastymi osadami kajpru przechodzi w subartezyjskie i artezyjskie. Statyczne lustro wody w zbiorniku leży na wysokościach odpowiadających rzędnym 140-250 m npm. wykazując regionalne nachylenie w kierunku północno-zachodnim ku Odrze, stanowiącej naturalną bazę drenażu.

Zasilanie poziomu wodonośnego zbiornika wapienia muszlowego odbywa się głównie z opadów atmosferycznych na wychodniach skrasowiakach i szczelinowatych skał wapiennych w obrębie południowej części zbiornika. Infiltracja na tym obszarze sięga 25-31%, a w roku mokrym nawet 45% opadów. Jest tak intensywna, że nie występuje tu odpływ powierzchniowy, stąd w okolicy Strzelce Opolskich nie ma większych cieków. Dodatkowa ilość wody z zbiornika pochodzi z dopływu lateralnego od strony wschodniej z wychodni warstw gogolińskich oraz z ascenzyjnego zasilania z niżejległego poziomu wodonośnego skał retu.

Poziom wodonośny w osadach wapienia muszlowego oraz retu stanowi podstawę zaopatrzenia miasta i regionu w wodę pitną. Eksploatowany jest m.in. przez wodociągi miejskie, cementownię „Strzelce Opolskie”, wodociąg wiejski w Rozmierce. Studnie głębinowe istnieją również na terenie byłej fabryki „PIONIER”, szpitala i PKS. Głębokość ujęć 60 – 100,0 m ppt. Intensywny pobór wód poziomu triasowego następuje również wyrobisku eksploatacyjnym wapienia dla cementowni. Zwierciadło wody obniżane jest do rzędnej 180,00 m ppt. Lej depresji rozwinięty jest głównie w kierunku północnym od wyrobiska

3.2. wody gruntowe

Poziom wód gruntowych na terenie miasta związany jest z osadami czwartorzędowymi wypełniającymi dolinki cieków przecinających miasto.

Pierwsza z nich ciągnie się od południowych granic miasta – dzielnicy Suche Łany w kierunku parku miejskiego, w rejonie którego osiąga maksymalną szerokość i głębokość i dalej na północny zachód w kierunku Adamowic, gdzie ulega zwężeniu, a płynący jej środkiem ciek ginie w skrasowiakim podłożu. Druga związana jest z ciekim przepływającym przez dzielnicę Mokre Łany wzdłuż wschodnich granic miasta, gdzie znajdują się tereny zabagnione z ze stawami hodowlanymi. Płynący w jej osi ciek z systemem rowów melioracyjnych wpływa do ponoru krasowego położonego po północnej stronie wiaduktu drogowego. Płytki poziom wody

gruntowej stwierdzono również na terenie zabudowanym na południe od linii PKP, w rejonie ulic Dworcowej, Rozenbergów, Prusa, Moniuszki.

Obszar, na którym stwierdzono płytkie występowanie zwierciadła wód gruntowych oznaczono na mapie warunków gruntowo-wodnych (zał. Nr 3). Poziom lustra wody na obszarze tym w okresach wykonywanych wierceń znajdował się na głębokościach 0,5 – 3,6 m ppt. Dane te są trudne do porównania, gdyż dotyczą różnych okresów zasilania. Maksymalne, przypuszczalne, wyinterpretowane w oparciu o dane archiwalne i informacje terenowe położenie zwierciadła wody naniesiono na przekrojach geologicznych.

Generalnie należy stwierdzić, że wody gruntowe na omawianym obszarze Strzelec Opolskich gromadzą się zwykle w piaskach zalegających w strefie przypowierzchniowej, które zwykle podścielone są warstwą słabo przepuszczalnych glin. Układ ten sprzyja powstawaniu zabagnień i podmokłości oraz podtapiania piwnic obserwowanych stale szczególnie w Dzielnicy Mokre Łany, nasilających się po okresach wzmożonych opadów atmosferycznych. Z profili wierceń oraz przekrojów geologicznych wynika, że poziom wód gruntowych w piaskach pozostaje w kontakcie z wodami szczelinowymi w wapieniach, gdyż statyczne zwierciadło wody w wapieniach i piaskach stabilizuje się na tym samym poziomie. Zasilanie wód gruntowych następuje więc od góry bezpośrednio z opadów atmosferycznych oraz od dołu z wód szczelinowych. Przypuszczalnie obie dolinki są strefami związanymi z nieciągłościami tektonicznymi lub krasowymi umożliwiającymi kontakty hydrauliczne wód. Pomiaru zwierciadła wody w studniach wykonanych w wapieniach terenie dzielnicy Suche Łany oraz uzyskane informacje od właścicieli studni wskazują, że wahania zwierciadła wody sięgają tu nawet 3 -7,0 m w zależności od nasilenia opadów atmosferycznych, co jest to właściwością wód szczelinowych.

W części południowo-zachodniej i północno-zachodniej miasta w górnej strefie podłoża wody gruntowej nie stwierdzono. W rejonie tym możliwe jest okresowe występowanie sączeń wody opadowej na stropie glin zalegających nad piaskami.

Na obszarze północnym w rejonie oczyszczalni ścieków wody gruntowe w piaskach występują na głębokościach poniżej 6,30- 8,20 m ppt. Są one drenowane przez rzekę Jemielnicę oraz znajdują się w zasięgu leja depresji kamieniołomu cementowni.

4. Wnioski

4.1. Podłoże gruntowe na obszarze Strzelec Opolskich zbudowane jest przede wszystkim z skał wapiennych, zwietrzałych w od góry. Strop utworów wapiennych na przeważającym

obszarze w południowej i centralnej części zalega znajduje się płytko pod powierzchnią do ok. 2,0 m ppt. i tylko lokalnie, w dolinkach cieków znajduje się na głębokościach poniżej 4,5 – 9,0 m ppt. W kierunku północno-wschodnim utwory wapienne zapadają pod okrywą gruntów piaszczysto-gliniastych. Wapienie stanowią nośne podłoże budowlane o dobrych parametrach geotechnicznych. Na większych głębokościach są jednak trudno urabialne.

- 4.2. Zalegające nad wapieniami warstwy piasków i glin to również grunty nośne, nadające się do bezpośredniego posadowienia fundamentów obiektów budowlanych i układania sieci podziemnych.
- 4.3. Trudniejsze warunki panują w obrębie dolinek lokalnych cieków. Miejscami występują tu grunty organiczne nienośne - namuły i torfy z płytkim poziomem wody gruntowej.
- 4.4. Warunki wodne na obszarze miasta są zróżnicowane. W części północno-zachodniej i południowo zachodniej w strefie przypowierzchniowej nie występuje zwierciadło wody gruntowej, możliwe jedynie pojawianie się sączeń związanych ze wzmożonymi opadami atmosferycznymi. Na obszarze położonym na północ i północny wschód od głównej zabudowy miasta zwierciadło wody gruntowej w piaskach znajduje się poniżej głębokości 5,0 m ppt.
- 4.5. Na obszarze dolinek w części wschodniej i centralnej miasta występuje poziom wód gruntowych w utworach piaszczystych zasilany bezpośrednio z opadów atmosferycznych oraz ascenzyjnie od dołu z wód szczelinowych w wapieniach. Posadowienie obiektów budowlanych na tym obszarze powinno być realizowane płytko, bez podpiwniczenia. Warunki prowadzenia robót ziemnych na tym obszarze są trudne, gdyż wymagają odwodnienia wykopów, w sposób zabezpieczający stateczność istniejących płytko posadowionych budynków.
- 4.6. Warunki gruntowo-wodne przedstawione na mapie i przekrojach w oparte są na otworach rozmieszczonych w znacznych odległościach. Dla projektowania obiektów budowlanych konieczne jest przeprowadzenie rozpoznania szczegółowego zgodnie z przepisami prawa geologicznego lub budowlanego.

Opracowali:

mgr Barbara Szydełko

mgr Sebastian Szydełko

Materiały źródłowe

1. Archiwalne dokumentacje geologiczne i geotechniczne wg zestawienia w tabeli nr 1

2. Cyprych A., Kryza J., Staśko S., Witczak S., - „Ocena zagrożenia wód podziemnych ujęcia Grotowice-Utrata” - „Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód w utworach wapienia muszlowego” Część IV P. G. Wrocław 1991r.
3. Kleczkowski A.S. i inni - Mapa Obszarów Głównych zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce Wymagających Szczególnej Ochrony skala 1:500 AGH Kraków 1990r.
4. Kryza J. i inni „Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia wody z utworów triasowych dla cementowni Strzelce Opolskie w związku z ustanowieniem strefy ochronnej dla studni nr 1,2 i 3 - B.E.G., „AQUATOR” Wrocław 1996r.
5. Materiały II Konferencja „Trias Opolski” – Opole -Turawa –1.06.1999r.
6. Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000 - arkusz Gliwice z objaśnieniami - PIG 1989r.
7. Staśko S. „Wody podziemne w węglanowych utworach triasu opolskiego” - Prace Geologiczno-Mineralogiczne XXXII Wrocław 1992 r.
8. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000 – arkusz Strzelce Opolskie – IG Warszawa 1973r.
9. Żurek A., Kleczkowski A.S., Witczak S. „Mapa scenariuszowa ochrony wód podziemnych na przykładzie zbiornika Opole - Zawadzkie” AGH Kraków 1994r.